



## DAMPAK PEMBERIAN ZEOLIT TERHADAP DAYA JERAP Pb, Cd, PADA INCEPTISOLS SAMARANG DAN CIANJUR

Sidik Haddy Tala'ohu

Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Bogor

Email: [s\\_talaohu@yahoo.com](mailto:s_talaohu@yahoo.com)

Secara teoritis zeolit dapat meningkatkan kapasitas tukar kation tanah dan mengurangi ketersediaan logam berat. Zeolit juga sering dipasarkan sebagai bahan yang dapat mengurangi pencucian kalium dan ketersediaan logam berat seperti Pb dan Cd. Berkenaan dengan hal tersebut maka, dilakukan penelitian di rumah kaca Sindangbarang-Bogor, bertujuan untuk menguji dampak zeolit dalam mengurangi ketersediaan Pb dan Cd serta mengurangi pencucian kalium pada tanah *Inceptols* (*Andic Eutrudepts* Pb, Cd, dan K dicampur dengan tanah lapisan atas (0-10 cm) sebanyak berturut-turut 300 mg/kg, 10 mg/kg, dan 0,6 cmol(+)/kg atau 234 mg/kg tanah, diberi perlakuan: (Z0) tanpa zeolit, (Z1) 1,25 g zeolit/kg tanah, (Z2) 2,50 g zeolit/kg tanah, (Z3) 5,00 g zeolit/kg tanah, dan (Z4) 5,00 g pupuk kandang/kg tanah. Tanah lapisan 0-50 cm dipadatkan per *increment* (masing-masing 10 cm) ke dalam tabung PVC berdiameter 20 cm dengan tinggi 55 cm sehingga berat volume tanah di dalam tabung sama dengan berat volume di lapang. Setiap pot ditanami jagung (satu tanaman) dan disiram air setiap 2-4 hari sekali, volume air yang ditambahkan setara dengan volume air kapasitas pot sehingga sesudah penambahan air akan terjadi perkolasi sejumlah volume air di dalam pot sebelum air ditambahkan. Air yang terperkolasi diukur volume dan kandungan Pb, Cd, serta K setiap 4 minggu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, pemberian zeolit 2,50 g/kg tanah dan pupuk kandang 5,0 g/kg tanah dapat mengikat/menahan ion Pb dan Cd dalam tanah sedangkan K lebih bersifat *mobile* sehingga lebih banyak terbawa air perkolasi.

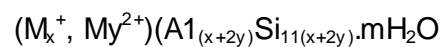
**Kata kunci:** zeolit, kapasitas tukar kation, ketersediaan logam berat, pencucian kalium

### PENDAHULUAN

Penggunaan tanah *Oxisols*, *Ultisols* dan sebagian *Inceptisols* untuk pengembangan usaha tani menghadapi kendala: rendahnya kapasitas tukar kation (KTK) sehingga kation basa K, Ca, Mg, dan  $\text{NH}_4^+$  mudah tercuci dan kation Al, Mn, serta Fe konsentrasinya cenderung tinggi dalam larutan tanah. Selain itu, tanah *Ultisols* dan *Inceptisols* mempunyai masalah: mudah terdispersi, peka terhadap erosi dan kemampuan memegang air yang rendah.

Zeolit dapat mengurangi ketersediaan logam berat, mengurangi pencucian kalium dan amonium karena memiliki kapasitas tukar kation yang besar. Zeolit juga dapat meningkatkan kelengasan tanah dan memperbaiki struktur tanah. Seberapa besar efektivitas zeolit dapat mengurangi ketersediaan logam berat dan mengurangi pencucian kalium dalam tanah masih perlu dikaji lebih jauh.

Zeolit berasal dari kata *zein* dan *lithos* yang berarti batu mendidih (berbusa jika dipanaskan), adalah nama sekumpulan mineral *alumino silikat* dengan rumus:



dimana:  $M^+$  dan  $M^{2+}$  adalah kation *monovalent* dan *divalent*. Kation dalam tanda kurung pertama merupakan kation tukar, sedangkan yang ada pada gugus kedua merupakan kation yang ada pada struktur zeolit. Sebagian dari Si yang bervalensi empat digantikan oleh Al yang bervalensi tiga dan hal inilah yang mengakibatkan terbentuknya muatan positif. Ratio Al + Si terhadap Oksigen (O) adalah 1:2 dan jumlah muatan positifnya sama dengan jumlah ion Al tetrahedral. Jenis zeolit yang banyak beredar di pasaran adalah *clinoptilolit* dengan rumus:



Zeolit memiliki kapasitas tukar kation yang besar (200-300 cmol(+)/kg), bahkan ada yang >500 cmol(+)/kg. Oleh sebab itu, zeolit sering digunakan sebagai pembenah tanah, bahan pupuk *slow release*, pengikat logam berat (makanan hewan), pencegah sakit usus (ternak muda), zat pembawa (berbagai jenis pestisida), penghilang bau dan pencegah kehilangan hara dari pupuk kandang, serta pengontrol kelembaban pupuk kandang (Ming and Mumpton, 1989), membantu meningkatkan nilai KTK tanah serta mengubah sebagian kation basa yang berada dalam larutan tanah menjadi basa yang siap/dapat ditukar.

Sebagai pembenah tanah, zeolit disamping bermanfaat untuk meningkatkan produksi tanaman seperti: padi, jagung, tembakau, dan sayur-sayuran (bunga kol, cabai, tomat) sekitar 10-30%, juga meningkatkan kesuburan tanah dan mengurangi dosis pupuk Urea sebanyak 15-30% dan SP36 sebanyak 30% (Sidik, 2008; 2009).

Berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian Nomor: 02/Pert/HK.060/2/2006, yang dimaksud dengan pembenah tanah adalah bahan-bahan sintesis atau alami, organik atau mineral yang berbentuk padat atau cair yang mampu memperbaiki sifat fisika, kimia, dan biologi tanah. Di kalangan ahli tanah, pembenah tanah dikenal sebagai *soil conditioner* yang diartikan sebagai bahan-bahan sintesis atau alami, organik atau mineral, berbentuk padat maupun cair, mampu memperbaiki struktur tanah, dapat mengubah kapasitas tanah, menahan dan melalukan air, serta dapat memperbaiki kemampuan tanah memegang unsur hara, sehingga unsur hara tidak mudah hilang dari zone perakaran dan tanaman masih dapat memanfaatkannya.

Peningkatan kualitas lahan terdegradasi dapat dilakukan melalui aplikasi pembenah tanah dikombinasi dengan inovasi teknik konservasi tanah dan air, pengelolaan bahan organik dan sistem pemupukan berimbang spesifik lokasi berdasarkan hasil uji tanah serta kebutuhan tanaman. Manfaat langsung penggunaan pembenah tanah bagi pembangunan pertanian adalah mengubah lahan kritis menjadi produktif (Yamagata,

1967; Mumpton and Fishman, 1977; Prakoso, 2006; Prihatini *et al.*, 1987; Simanjuntak, 2002; Suwardi 1997; Suwardi, 2007), sehingga produksi tanaman pangan (padi, jagung, dan kedelai) dan tanaman lainnya dapat ditingkatkan dan ketergantungan impor komoditas, terutama pangan secara bertahap dapat dikurangi. Sedangkan Arsyad (2000) mengatakan, konsep penggunaan pembenah tanah untuk merehabilitasi lahan terdegradasi adalah: (1) pemantapan agregat tanah guna mencegah erosi dan pencemaran, (2) mengubah sifat *hydrophobic* atau *hydrophilic*, sehingga mampu meningkatkan kapasitas tanah menahan air (*water holding capacity*), (3) meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK), sehingga unsur hara dalam tanah tidak mudah tercuci dan dapat diserap akar tanaman.

Menurut Ming dan Mumpton (1989), zeolit dapat menurunkan konsentrasi Cd-tersedia sedangkan Gworek (1992) mengatakan bahwa, zeolit dapat menurunkan konsentrasi Pb dalam tanah, sehingga dapat digunakan untuk mengatasi keracunan tanaman pada tanah yang tercemar Pb dan Cd. Mekanisme pengikatan logam berat oleh zeolit berkaitan dengan luas permukaan spesifiknya yang tinggi (beberapa ratus m<sup>2</sup>/kg) sehingga besar kemungkinan terjadinya pengikatan secara fisik dan atau karena tingginya KTK sehingga logam berat dalam bentuk terlarut serta sangat mudah tersedia berkurang konsentrasinya. Penurunan *phytotoxicity* logam berat juga dapat dilakukan dengan cara menambahkan: dolomit, bahan organik, pupuk kandang, dan berbagai bentuk polimer (del Castilho *et al.*, 1993; Mench *et al.*, 1994 ) dan dengan penambahan *hydroxyapatit*. Bahkan menurut Ma (1996), *hydroxyapatit* lima kali lebih efektif dibandingkan *flourapatit* dalam mengimmobilisasi Pb.

Efektivitas zeolit menyerap NH<sub>4</sub><sup>+</sup> berimplikasi pada pengurangan pencucian kation tersebut. Di dalam suspensi air, zeolit dapat meningkatkan pH sampai 9,5 hingga 10,5 (Kithome *et al.*, 1998). Selanjutnya menurut Iskenderov dan Mamedova, (1988), zeolit juga dapat meningkatkan kadar air tanah dan memperbaiki struktur tanah.

Terkait dengan hal tersebut, belum banyak data dan hasil penelitian yang dilakukan pada tanah-tanah di Indonesia guna mengkaji lebih jauh manfaat zeolit seperti diuraikan di atas. Sehubungan dengan hal tersebut maka efektivitas zeolit dalam menurunkan Pb, Cd yang tersedia dalam tanah dan mengurangi pencucian kalium, akan diteliti guna mendapatkan alternatif amelioran atau bahan pembaik tanah yang murah dan mudah diperoleh petani. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dampak zeolit pada tanah *Inceptisols* (*Andic Eutrudepts*) dalam mengikat Pb, dan Cd, serta mengurangi pencucian K.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Guna menguji efektivitas zeolit mengikat Pb dan Cd dalam tanah serta mengurangi pencucian K maka dilaksanakan penelitian di Rumah Kaca Sindangbarang Bogor. KTK tanah yang digunakan tergolong sedang, yakni *Inceptisols* (*Andic Eutrudepts*) dari Samarang-Garut dan Campaka-Cianjur, Jawa Barat.

Hasil analisis sifat fisika dan kimia tanah awal menunjukkan, tanah *Inceptisols* (*Andic Eutrudepts*) mempunyai sifat lapisan atas (0-20 cm): BD 0,70 g/cm<sup>3</sup> untuk Samarang dan 0,77 g/cm<sup>3</sup> untuk Campaka; ruang pori total 73,6% vol. untuk Samarang dan 71,2% vol., untuk Campaka; pori aerasi dan air tersedia tergolong tinggi; permeabilitas agak cepat sampai cepat; pH agak masam di Samarang dan masam di Campaka; kandungan C-organik tinggi; N sedang; P tinggi sedangkan K sedang di Samarang dan sangat tinggi di Campaka; kejenuhan basa sedang di Samarang dan sangat rendah di Campaka serta kapasitas tukar kation sedang di Samarang dan Campaka (Lampiran 1 dan 2). Kandungan Pb dan Cd dalam bentuk tersedia (sebelum pelaksanaan percobaan) menunjukkan, bahwa tanah Campaka mengandung Pb dan Cd-tersedia yang lebih tinggi dibandingkan dengan Samarang. Tanah Samarang maupun Campaka cukup gembur yang dicirikan oleh rendahnya BD dan tingginya ruang pori total. Hal ini berdampak terhadap laju infiltrasi dan pencucian hara serta untuk pengelolaan tanaman pangan semusim, tanah cukup diolah seperlunya saja atau olah tanah minimum (Sidik *et al.*, 2001; Sutono *et al.*, 2000).

### Metode penelitian

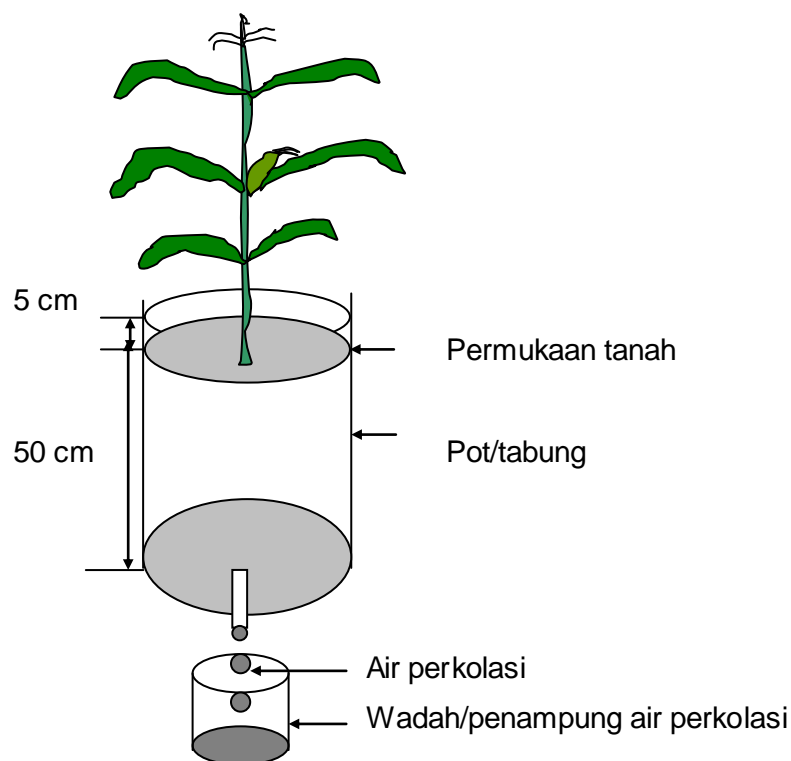
Tanah dipadatkan ke dalam tabung paralon (PVC) berdiameter 20 cm dan tinggi 55 cm, sehingga berat volumenya sama dengan berat volume tanah di lapang. Untuk meningkatkan keseragaman dilakukan per *increment* 10 cm (tinggi tanah dalam tabung 50 cm). Pada bagian dasar tabung dilengkapi dengan pipa sepanjang 5 cm berdiameter 1 cm untuk mengalirkan air perkolasi (skema pot disajikan pada Gambar 1).

Zeolit yang digunakan berasal dari Padalarang, Bandung, Provinsi Jawa Barat dengan kandungan: P= 0,02; K= 0,34; Na= 0,09; Ca= 1,66; dan Mg= 0,20 %; serta KTK= 50,67 cmol(+)/kg atau 19.761,3 mg/kg.

Tanah diberi perlakuan takaran zeolit, terdiri atas: ZO = tanpa pemberian zeolit, Z1 = 1,25 g zeolit/kg tanah; Z2 = 2,50 g zeolit/kg tanah; Z3 = 5,00 g zeolit/kg tanah; dan Z4 = 5,00 g pupuk kandang (kotoran sapi)/kg tanah. Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok dengan pola faktorial dalam tiga ulangan.

Zeolit, Pb, Cd, pupuk SP-36, dan KCl dicampur merata dengan tanah lapisan 0 – 10 cm. Pb dan Cd diberikan dalam bentuk nitrat sebanyak dua kali batas kritisnya yaitu 300 mg Pb/kg tanah dan 10 mg Cd/kg tanah. Pemupukan urea sebanyak 100 mg/kg tanah diberikan dua kali yakni setengah takaran pada umur 14 hari setelah tanam dan setengah takaran sisanya pada umur 30 hari setelah tanam. Pemupukan SP-36 sebanyak 50 mg/kg tanah dan K diberikan dengan takaran setara 0,6 cmol(+)/kg tanah (234 mg/kg tanah).

Akibat proses pencucian karena pemberian air dilakukan dua sampai empat hari sekali, dan karena tanaman menunjukkan gejala kekurangan nitrogen, fosfor dan kalium maka, dilakukan pemupukan tambahan dengan takaran seperti pemberian awal masing-masing: 100 mg Urea/kg tanah; 50 mg SP-36/kg tanah; dan Kalium 0,6 cmol(+)/kg tanah (pemberian SP-36 pada umur 16 hari setelah tanam, sedangkan urea dan KCl pada umur 50 hari setelah tanam).



Gambar 1. Penataan pot dan penampung air perkolasi

Setiap pot ditanami satu tanaman jagung dan diberi air setiap 2 hari. Pemberian air ini dilakukan sampai tanaman berumur 30 hari setelah tanam. Selanjutnya penyiraman dilakukan 4 hari sekali. Pemberian air dilakukan setara dengan satu kali kapasitas pot sehingga dalam beberapa saat sesudah penyiraman, dapat tercapai perkolasi kurang lebih sama dengan kadar air awal setiap pot.

Untuk melihat pengaruh perlakuan maka dilakukan pengamatan terhadap:

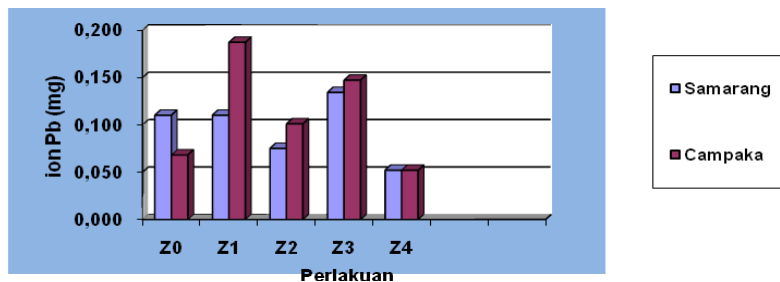
1. Jumlah ion Pb, Cd, dan K yang terbawa air perkolasi;
2. Jumlah ion Pb, Cd, dan K (total dan tersedia) dalam tanah setelah panen jagung;
3. Tinggi tanaman jagung, berat brangkasan dan biji pipilan;
4. Jumlah ion Pb, Cd, dan K yang terakumulasi dalam brangkasan serta biji jagung.

Pencucian kalium, pengikatan Pb, dan Cd dipantau dari air perkolasi yang diukur volumenya serta dianalisis setiap 4 minggu. Penentuan konsentrasi Pb, Cd (metode Risser and Baker, 1990), dan K (metode Knudsen *et al.*, 1982) yang tertinggal di tanah dalam bentuk terlarut dan dapat ditukar serta Pb dan Cd-total yang terakumulasi dalam jaringan tanaman.

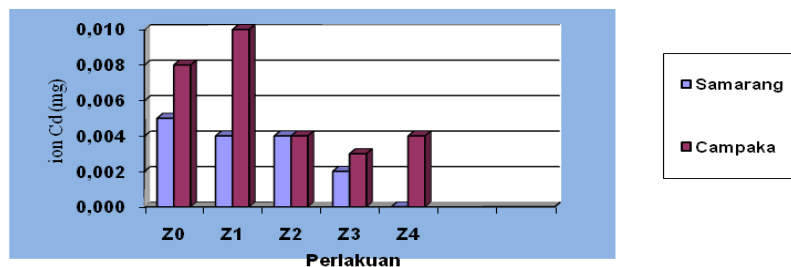
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Jumlah ion Pb, Cd, dan K yang terbawa air perkolasi

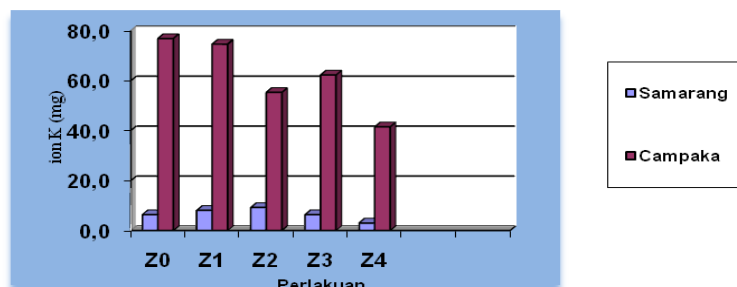
Sampai dengan tanaman jagung berumur 77 hari setelah tanam, ion Pb dan Cd yang terbawa air perkolasi sangat kecil bahkan ion Cd hampir tidak terdeteksi. Adapun jumlah ion Pb, Cd, dan K yang terbawa air disajikan pada Gambar 2, 3, dan 4.



Gambar 2. Dampak perlakuan terhadap jumlah ion Pb yang terbawa air perkolasi



Gambar 3. Dampak perlakuan terhadap jumlah ion Cd yang terbawa air perkolasi



Gambar 4. Dampak perlakuan terhadap jumlah ion K yang terbawa air perkolasi

Dari hasil analisis air perkolasi terlihat bahwa jumlah ion Pb yang terbawa air pada tanah *Inceptisols* Samarang adalah sebesar 0,096 mg sedangkan Campaka 0,118 mg; ion Cd yang tercuci pada tanah Samarang adalah 0,003 mg dan Campaka 0,008 mg; ion K yang tercuci pada tanah Samarang adalah 6,591 mg sedangkan Campaka 62,106 mg.

Tanah *Inceptisols* Samarang dapat menahan ion Pb, Cd, dan K lebih banyak sehingga ion tersebut yang terbawa air perkolasi lebih sedikit dibandingkan dengan *Inceptisols* Campaka. Hal ini erat kaitannya dengan kandungan ketiga ion tersebut dalam tanah Samarang yang lebih sedikit sehingga apabila ditambahkan ke dalam tanah maka akan diikat lebih banyak.

Pada tanah *Inceptisols* Samarang, pemberian pupuk kandang 5,0 g dan zeolit 2,50 g/kg tanah dapat mengikat ion Pb, Cd, dan K sehingga mengurangi pencucian ion-ion tersebut. Hal ini nampak pada kandungan ketiga ion tersebut yang lebih sedikit dalam hasil analisis air perkolasi.

Nampak bahwa, pemberian zeolit dan pupuk kandang tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah ion kalium yang terbawa air perkolasi pada tanah *Inceptisols* Samarang maupun *Inceptisols* Campaka. Hal ini diduga disebabkan oleh rendahnya kapasitas tukar kation zeolit yang digunakan yakni hanya 50 cmol(+)/kg.

#### Sifat fisika tanah

Berat volume (BD), ruang pori total dan pori aerasi tanah pada lima kedalaman disajikan dalam Tabel 1 dan 2. Baik tanah *Inceptisols* Samarang maupun *Inceptisols* Campaka tidak memiliki kendala sifat fisika tanah yang berarti dalam menunjang pertumbuhan dan perkembangan perakaran tanaman. Hal ini ditandai dengan rendahnya BD tanah serta baiknya kondisi ruang pori total dan pori aerasi tanah.

Tabel 1. Berat volume ( $\text{g/cm}^3$ ) dan total ruang pori (% vol.) *Inceptisols* Samarang dan Campaka, Jawa Barat setelah panen jagung

Perla- kuan	Kedalaman tanah (cm)									
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50
	Berat volume					Total ruang pori				
	( $\text{g/cm}^3$ )					(% vol.)				
S	0,89 a	0,81 a	0,65 b	0,62 a	0,48 b	66,45 a	69,29 a	75,29 a	76,50 a	81,79 a
C	0,86 b	0,81 a	0,80 a	0,66 a	0,64 a	67,52 a	68,57 a	69,81 b	75,18 a	75,93 b
Z0	0,87 a	0,81 a	0,72 a	0,63 a	0,56 a	67,17 a	69,45 a	72,93 a	76,37 a	78,87 a
Z1	0,89 a	0,79 a	0,73 a	0,65 a	0,54 a	66,58 a	70,20 a	72,63 a	75,60 a	79,13 a
Z2	0,85 a	0,81 a	0,71 a	0,62 a	0,53 b	67,80 a	69,45 a	73,15 a	76,47 a	79,82 a
Z3	0,89 a	0,82 a	0,76 a	0,65 a	0,58 a	66,35 a	69,12 a	71,52 a	75,55 a	78,17 a
Z4	0,87 a	0,82 a	0,73 a	0,66 a	0,57 a	67,03 a	68,95 a	72,50 a	75,22 a	78,48 a
Awal S	0,77	0,63	0,54	0,51	0,50	70,9	76,2	79,6	80,8	73,6
Awal C	0,82	0,71	0,53	0,54	0,54	69,1	73,2	80,0	79,6	79,6

Keterangan : - Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%;  
 - S = Samarang; C = Campaka; Z = zeolit.

Tabel 2. Pori pori aerasi *Inceptisols* Samarang dan Campaka, Jawa Barat setelah panen jagung

Perlakuan	Kedalaman tanah (cm)				
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50
	Pori aerasi				
	% vol.				
S	28,6 a*)	27,8 a*)	28,4 a*)	30,1 a*)	26,6 b*)
C	26,8 b	26,9 a	22,3 b	29,2 a	34,8 a
Z0	25,9 b	25,9 b	23,5 b	31,7 ab	31,3 a
Z1	26,2 b	26,2 ab	26,4 ab	27,8 bc	32,0 a
Z2	30,8 a	28,1 a	26,7 a	33,2 a	31,5 a
Z3	28,0 b	27,7 a	24,8 ab	29,4 b	27,3 b
Z4	27,6 b	28,5 a	25,2 b	26,1 c	31,3 a
Awal S	33,2	23,1	24,2	18,7	16,0
Awal C	20,7	30,5	35,1	33,2	32,4

Keterangan : \*)= Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%

Pemberian zeolit tidak berpengaruh nyata terhadap berat volume dan total ruang pori namun ada kecenderungan bahwa, dengan pemberian zeolit, berat volume meningkat, menurunkan total ruang pori dan pori aerasi tanah. Hal ini menandakan bahwa zeolit dapat mengurangi kehilangan air dari dalam tanah sehingga lebih banyak tersedia dan dapat dimanfaatkan oleh tanaman.

Hasil penelitian Yusruial *et al.* (2000) menunjukkan bahwa pemberian zeolit tidak berpengaruh nyata terhadap sifat fisik tanah, kecuali total ruang pori dan kemantapan



agregat tanah untuk lapisan 0-10 cm, namun nampak ada kecenderungan pemberian zeolit meningkatkan BD dan menurunkan total ruang pori tanah, meningkatkan pori drainase lambat dan menurunkan pori aerasi. Dilihat dari keseluruhan sifat tanah, pemberian zeolit kecenderungannya dapat memperbaiki sifat tanah, meningkatkan pori drainase lambat artinya meningkatkan air yang dapat diambil tanaman, menurunkan pori aerasi yang berarti dapat mengurangi kehilangan air dari dalam tanah.

#### Kadar ion Pb, Cd, dan K dalam tanah setelah panen jagung

Hasil analisis ion Pb dan Cd (total dan tersedia) menunjukkan bahwa tanah *Inceptisols* Samarang mengikat Pb dan Cd lebih banyak dibandingkan dengan tanah *Inceptisols* Campaka pada kedalaman 0-10 cm. Kandungan kedua unsur ini menurun drastis pada kedalaman 20-30 cm dan 40-50 cm yakni hanya 2-4% dari lapisan 0-10 cm. Sedangkan antar takaran zeolit tidak berpengaruh terhadap pencucian ion Pb dan Cd seperti disajikan pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Kandungan Pb-total dan Pb-tersedia pada tiga kedalaman tanah setelah panen jagung

Perlakuan	Kedalaman tanah (cm)					
	0-10		20-30		40-50	
	Pb-total	Pb-tersedia	Pb-total	Pb-tersedia	Pb-total	Pb-tersedia
(ppm)						
S	341,7	115,3	7,2	0,2	8,6	0,1
C	331,2	112,8	13,4	0,3	13,5	0,4
Z0	327,6	117,0	9,5	0,2	10,8	0,2
Z1	338,5	115,9	10,6	0,2	10,9	0,3
Z2	346,4	113,4	10,8	0,2	12,4	0,3
Z3	331,9	114,2	10,4	0,5	10,1	0,3
Z4	337,8	109,8	10,3	0,3	11,1	0,3

Tabel 4. Kandungan Cd-total dan Cd-tersedia pada tiga kedalaman tanah setelah panen jagung

Perlakuan	Kedalaman tanah (cm)					
	0-10		20-30		40-50	
	Cd-total	Cd-tersedia	Cd-total	Cd-tersedia	Cd-total	Cd-tersedia
(ppm)						
S	10,2	5,8	0,4	0,3	0,4	0,1
C	8,2	5,5	0,2	0,1	0,2	0,1
Z0	9,2	5,9	0,3	0,4	0,3	0,1
Z1	9,4	5,1	0,3	0,1	0,3	0,1
Z2	9,8	5,9	0,3	0,2	0,3	0,1
Z3	9,9	5,6	0,3	0,3	0,3	0,1
Z4	9,3	5,7	0,3	0,1	0,3	0,1

Nampak bahwa, ion Pb dan Cd lebih banyak terakumulasi di kedalaman 0-10 cm karena lapisan ini yang diberi perlakuan pembenah tanah dengan cara diaduk merata dengan tanah. Pemberian air yang intensif dua sampai empat hari sekali, turut mencuci kedua ion tersebut namun hanya dalam jumlah yang relatif sedikit. Kondisi demikian menunjukkan bahwa pemberian zeolit dan atau pupuk kandang dapat mengikat ion Pb dan Cd yang ditandai dari sedikitnya kandungan kedua ion tersebut pada kedalaman 20-30 cm dan 40-50 cm. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Yusrial *et al.* (2000) yang mendapatkan bahwa pemberian zeolit pada lapisan 0-10 cm pada tanah *Kandiudox* Sitiung dan *Eutrudox* Cibugel dapat meningkatkan jerapan ion Pb dan Cd dalam bentuk total dan tersedia sehingga ion Pb pada lapisan 10-20 cm lebih rendah, sedangkan ion Cd pada lapisan 20 cm ke bawah lebih rendah dibanding tanpa zeolit. Penjerapan Pb dan Cd tertinggi terjadi pada Z4 (pemberian pupuk kandang), dibanding perlakuan zeolit untuk kedalaman 0-10 cm pada takaran yang sama. Dibandingkan dengan zeolit terlihat bahwa pupuk kandang (bahan organik) mempunyai kemampuan lebih baik dalam mengurangi sifat toksik Pb dan Cd.

Sedangkan kalium total yang tersedia dalam tanah nampak tidak terjerap kuat dengan adanya pemberian pembenah tanah sehingga mudah terbawa air perkolasi ke lapisan tanah di bawahnya maupun dalam air perkolasi (Tabel 5). Ini sejalan dengan hasil penelitian Yusrial *et al.*, (2000) yang mendapatkan bahwa kalium bersifat *mobile* (tidak terikat kuat pada kompleks jerapan) sehingga mudah tercuci ke lapisan tanah yang lebih dalam. Dibandingkan dengan zeolit maka pupuk kandang cenderung lebih dapat menahan kalium dalam tanah. Pemberian zeolit meningkatkan kandungan kalium total dalam tanah dan kecenderungannya tidak menurunkan kalium tersedia, terutama untuk tanah yang diiri terus menerus. Pemberian pupuk kandang meningkatkan kandungan kalium total lebih tinggi dibanding zeolit pada takaran yang sama. Dengan demikian, pemberian zeolit tidak mengurangi pencucian kalium terutama pada tanah-tanah yang diiri. Sebaliknya, kandungan kalium meningkat secara linier dengan peningkatan penambahan zeolit, oleh karena zeolit mengandung K sebanyak 8000- 9000 mg/kg tanah.

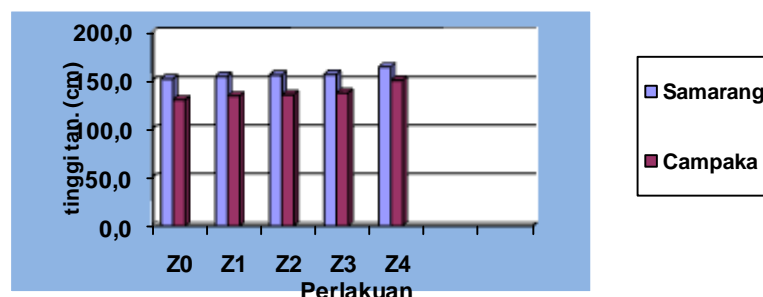
Tabel 5. Kandungan K-total dan K-tersedia pada tiga kedalaman tanah setelah panen jagung

Perlakuan	Kedalaman tanah (cm)					
	0-10		20-30		40-50	
	K-total	K-tersedia	K-total	K-tersedia	K-total	K-tersedia
	(ppm)					
S	182,9	134,7	189,1	127,8	292,6	242,5
C	357,1	315,9	364,7	348,5	392,8	357,3
Z0	233,1	193,9	303,2	249,2	277,7	285,5
Z1	272,1	221,0	284,7	238,6	379,5	339,3
Z2	259,6	220,2	253,7	220,4	355,9	293,1
Z3	266,5	220,1	253,5	227,2	304,6	257,7
Z4	318,4	271,4	289,3	255,2	395,8	323,9

### Tinggi tanaman dan berat biji jagung pipilan kering

Untuk melihat pengaruh perlakuan terhadap tanaman jagung maka dilakukan pengamatan terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman. Pengamatan tinggi tanaman pada umur 6 minggu setelah tanam dan berat biji kering pipilan jagung disajikan pada Gambar 5 dan 6 serta Lampiran 5.

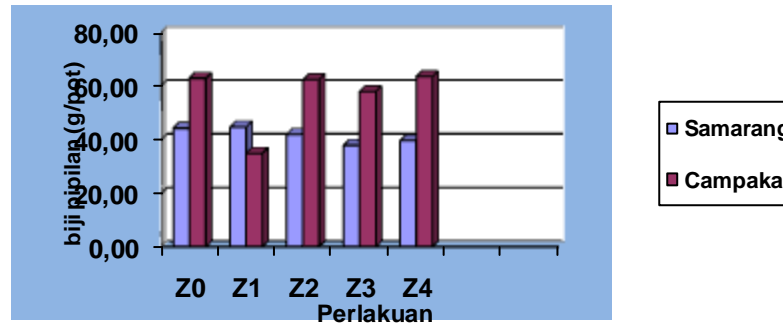
Secara visual terlihat bahwa tanah *Inceptisols* Samarang berpengaruh lebih baik terhadap tinggi tanaman jagung, dibandingkan dengan *Inceptisols* Campaka. Dari hasil analisis tanah awal terlihat bahwa pH tanah *Inceptisols* Samarang agak masam sedangkan *Inceptisols* Campaka tergolong masam.



Gambar 5. Dampak perlakuan terhadap tinggi tanaman jagung

Pupuk kandang memberikan dampak yang lebih baik terhadap tinggi tanaman jagung dibandingkan tanpa maupun dengan pemberian zeolit 1,25; 2,50; dan 5,0 g/kg tanah. Hal ini disebabkan karena selain sebagai bahan amelioran dan setelah mengalami dekomposisi/perombakan maka pupuk kandang dapat membebaskan sejumlah unsur hara yang terkandung didalamnya ke tanah dan merupakan tambahan unsur hara bagi tanaman.

Pada umur 6 minggu setelah tanam, perlakuan pupuk kandang (Z4) berpengaruh lebih baik terhadap tinggi tanaman yakni sebesar 164,0 cm pada tanah *Inceptisols* Samarang dan 150,3 cm pada *Inceptisols* Campaka sedangkan tanpa zeolit 151,7 cm pada tanah Samarang dan 130,0 cm pada tanah Campaka (Lampiran 4).

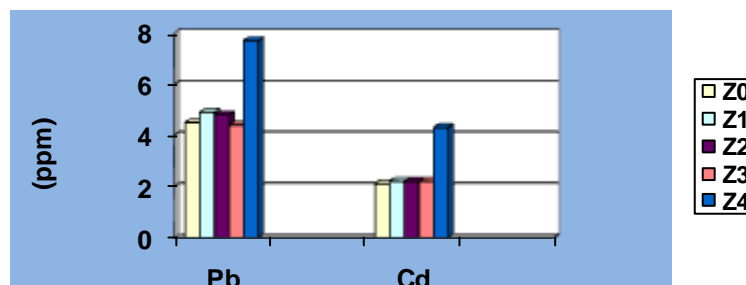


Gambar 6. Dampak perlakuan terhadap berat biji pipilan jagung

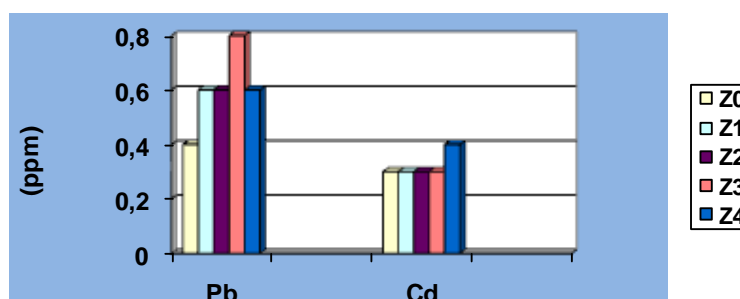
Tanah *Inceptisols* Campaka berpengaruh lebih baik terhadap produksi biji jagung pipilan kering dibandingkan dengan *Inceptisols* Samarang. Hal ini disebabkan karena tingginya kandungan Fosfat dan Kalium, tanah *Inceptisols* Campaka yang berdampak baik terhadap produksi biji. Sedangkan dari takaran zeolit yang diberikan ternyata Z2 (2,50 g zeolit/kg tanah), menunjukkan produksi berat biji pipilan yang hampir sama dengan perlakuan pupuk kandang. Kondisi demikian akan lebih jelas terlihat apabila KTK zeolit yang digunakan mendekati KTK zeolit murni yakni 200-300 cmol(+)/kg. Oleh karena itu, penelitian yang lebih mendalam dengan menggunakan KTK zeolit murni yang lebih tinggi masih perlu dilakukan guna mendapatkan alternatif pembenah tanah yang efisien dan murah.

#### Akumulasi ion Pb dan Cd dalam brangkasan dan biji jagung

Dari hasil analisis brangkasan dan biji jagung terlihat bahwa ion Pb dan Cd turut terangkut dan terakumulasi dalam jaringan tanaman namun masih dalam konsentrasi yang relatif sedikit. Kedua ion ini terakumulasi lebih banyak pada bagian brangkasan dibandingkan dengan biji (Gambar 7 dan 8 serta Lampiran 6). Walaupun masih dalam jumlah yang sedikit, namun sebagai upaya perlindungan maka pemanfaatan sisa tanaman jagung atau tanaman lainnya yang diusahakan pada daerah yang tercemar Pb dan Cd sebagai pakan ternak perlu diwaspadai mengingat kedua unsur tersebut bersifat akumulatif di konsumen terakhir yakni manusia.



Gambar 7. Akumulasi ion Pb dan Cd dalam brangkasan jagung



Gambar 8. Akumulasi ion Pb dan Cd dalam biji jagung

## KESIMPULAN

1. Pemberian zeolit sampai takaran 5,0 g/kg tanah, belum memberikan dampak yang berarti terhadap perbaikan sifat tanah, tinggi tanaman dan produksi biji pipilan jagung sedangkan pupuk kandang berpengaruh lebih baik jika dibandingkan dengan zeolit.
2. Pemberian zeolit 2,50 g/kg tanah dan pupuk kandang 5,0 g/kg tanah dapat mengikat/menahan Pb dan Cd dalam tanah sedangkan K lebih bersifat *mobile* sehingga lebih banyak terbawa air perkolasi.
3. Pupuk kandang memberikan dampak yang lebih baik terhadap pertumbuhan tanaman jagung dibandingkan dengan pemberian zeolit karena selain sebagai bahan amelioran, dan setelah mengalami dekomposisi/perombakan maka pupuk kandang akan membebaskan sejumlah unsur hara bagi tanaman.
4. Ion Pb dan Cd yang terakumulasi dalam jaringan tanaman relatif sedikit, walaupun demikian perlu diwaspadai karena sifat akumulatif dari unsur logam berat yang nantinya tertimbun pada konsumen terakhir yakni manusia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 2000. Konservasi Tanah dan Air. Penerbit. Bogor: IPB.
- Del Castilho, P., W. J. Chardon, and W. Solomons. 1993. Influence of cattle manure slurry application on the solubility of cadmium, copper, and zinc in a manured acidic, loamy sand soil. *J. Environ Qual.* 22:689-687.
- Gworek, B. 1992. Lead inactivation in soils by zeolites. *Plant Soils* 143:71-74
- Iskenderov, I. S. and S. N. Mamedova. 1988. Application of natural zeolite in Azerbaijan SSR for increasing yield of wheat. p.717-720. *In* Kallo, D. and H. S. Sherry (Eds.).

- Occurrence Properties and Utilization of Natural Zeolites. Akademiai Kiado, Budapest.
- Kithome, M., A.A. Bomke, J.W. Paul, L.M. Lavkulich. 1998. Kinetics of ammonium adsorption and desorption by the natural zeolite Clinoptilolite. *SSSAJ* 62 (3):662-629.
- Knudsen, D., G. A. Peterson, and P.F. Pratt. 1982. Lithium, sodium and potassium. pp. 224-246. *In* Methods of Soils Analysis. Part 2. Agronomy 9. Soil Sci. Soc. Am., Madison, WI.
- Ma, L.N. 1996. Factors influencing the effectiveness and stability of aqueous lead immobilization by hydroxyapatite. *J. Environ. Qual.* 25:1420-1429.
- Mench, M. J., V.L. Didier, M. Loffler, A. Gomez, and P. Masson. 1994. A mimicked in situ remediation study of metal contaminated soils with emphasis on cadmium and lead. *J. Environ. Qual.* 23:58-63.
- Ming, D.W., and F. A. Mumpton. 1989. Zeolites in soils. *In* J.B. Dixon and S.B. Weed (Eds.) Minerals and Soils Environment. 2<sup>nd</sup> ed. No. 1 in SSSA Book Series. Soil Sci. Soc. Amer., Madison, WI, USA.
- Mumpton, F. A., and P. H. Fishman. 1977. The application of natural zeolites in animal science and aquaculture. *J. Anim. Sci.* 45:1188-1203.
- Prakoso, T. G. 2006. Studi slow release (SRF): Uji efisiensi formula pupuk tersedia lambat campuran urea dengan zeolit. Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan. Bogor : Fakultas Pertanian. IPB.
- Prihatini, T., S. Moersidi, dan A. Hamid. 1987. Pengaruh zeolit terhadap sifat tanah dan hasil tanaman. Pemberitaan Penelitian Tanah dan Pupuk. No. 7: 5-8. Pusat Penelitian Tanah. Bogor : Badan Litbang Pertanian. Departemen Pertanian.
- Risser, J.A., and D.E. Baker. 1990. Testing soils for toxic metals. p. 275-298. *In* R.L. Westerman (ed.) Soil Testing and Plants Analysis. 3<sup>rd</sup> ed. No. 3 in SSSA Book Series. SSSA Inc., Madison, WI.
- Simanjuntak, M. 2002. Penggunaan zeolit dalam bidang pertanian. Program Studi Ilmu Tanah S-1. Jurusan Tanah. Bogor : Fakultas Pertanian IPB.
- Sutono. S., Kuswanda, dan F. Agus. 2000. Pengaruh zeolit terhadap ketersediaan air tanah. Laporan Akhir No.:64-a/Puslittanak/2000. Bagian Proyek Penelitian Sumberdaya Lahan dan Agroklimat, Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Proyek Pengkajian Teknologi Pertanian Partisipatif (The Participatory Development of Agricultural Technology Project/PAATP), Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Suwardi. 1997. Studies on agricultural utilization of natural zeolites in Indonesia. Ph. D. [Dissertation]. Tokyo University of Agriculture.
- Suwardi. 2007. Pemanfaatan zeolit untuk Perbaikan Sifat-sifat Tanah dan Peningkatan Produksi Pertanian. Disampaikan pada Semiloka Pembenh Tanah Menghemat Pupuk Mendukung Peningkatan Produksi Beras, di Departemen Pertanian, Jakarta 5 April 2007. (Tidak dipublikasikan).
- Tala'ohu, S.H., Sutono, F. Agus. 2001. Pengaruh Zeolit dan Pupuk Kandang terhadap Pengikatan dan Pencucian Plumbum (Pb), Cadmium (Cd), serta Kalium (K) pada Inceptisols Samarang dan Cianjur, Jawa Barat. Hal. 31-52. (Prosiding). Seminar

- Nasional Pengelolaan Sumber Daya Lahan dan Pupuk. Cisarua-Bogor. Buku II. ISBN:979-9474-15-9. 30-31 Oktober 2001.
- Tala'ohu, S.H. 2009. Mengatasi Degradasi Lahan Melalui Aplikasi Pembenah Tanah, (Kajian Persepsi Petani di Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur). Hal. 121-139. (Prosiding). Seminar Nasional Zeolit VI, Ikatan Zeolit Indonesia, Bandung. ISBN 978-602-96414-0-0. 2-4 November 2009.
- Yamagata. 1967. Effect of zeolite as soil conditioners: Internal Report of Agricultural Improvement Section, Yamagata Prefectural Government.
- Yusrial, Markus Anda, F. Agus, dan A.M. Kurniawan. 2000. Efektivitas zeolit dalam mengikat Pb dan Cd serta mengurangi pencucian K. Hal. 245-266. (Prosiding). Seminar Nasional Reorientasi Pendayagunaan Sumberdaya Tanah, Iklim, dan Pupuk, Cipayung-Bogor. Buku II. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. 31 Oktober – 2 Nopember 2000

**A, Lampiran 1. Sifat fisik tanah *Inceptisols* Samarang, Garut dan Campaka, Cianjur, *Eutrodox*-Cibugel, Sumedang-Jawa Barat serta *Kandiudox*-Sitiung, Sumatera Barat sebelum pelaksanaan percobaan**

Kedalaman	BD	RPT	Pori drainase		Air tersedia	Permeabilitas
			cepat	lambat		
(cm)	(g/cm <sup>3</sup> )	% Vol				cm/jam
Samarang, Garut <sup>*)</sup>						
0-10	0,77	70,9	33,2	4,4	15,7	17,86
10-20	0,63	76,2	23,1	5,4	21,2	7,82
20-30	0,54	79,6	24,2	5,4	20,8	2,99
30-40	0,51	80,8	18,7	6,1	24,7	4,84
40-50	0,50	81,1	16,0	6,2	21,2	2,79
Campaka, Cianjur*)						
0-10	0,82	69,1	20,7	5,0	19,3	23,40
10-20	0,71	73,2	30,5	4,5	16,6	24,86
20-30	0,53	80,0	35,1	4,6	25,6	22,19
30-40	0,54	79,6	33,2	4,7	26,3	13,61
40-50	0,54	79,6	32,4	4,6	26,5	12,03
Kandiudox Sitiung**)						
0-10	1,06	60,1	54,9	47,9	43,1	31,1
10-20	0,94	63,0	54,3	48,1	43,3	32,6
20-30	0,99	65,3	57,6	51,2	46,1	32,3
30-40	0,98	63,2	59,1	53,5	49,0	35,2
40-50	0,97	64,9	59,5	53,0	48,3	33,6
Eutrudox Cibugel**)						
0-10	1,08	59,3	46,3	39,5	35,3	25,8
10-20	0,94	64,6	41,7	35,4	31,8	23,7
20-30	1,01	61,9	44,9	38,8	34,3	25,5
30-40	1,15	56,4	54,1	47,3	42,5	31,7
40-50	1,14	52,8	52,8	45,8	40,4	31,8

Keterangan: <sup>\*)</sup> = Sumber: diolah dari Sidik *et al.* (2001)

<sup>\*\*)</sup> = Sumber: Yusrial *et al.* (2000)



**B, Lampiran 2. Sifat kimia tanah Inceptisols Samarang, Garut dan Campaka, Cianjur sebelum pelaksanaan percobaan**

Sifat kimia tanah	Kedalaman tanah (cm)									
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50
	%									
	Samarang-Garut					Campaka-Cianjur				
Tekstur 10 fraksi:										
I (1 - 2 mm)	8,3	1,5	0,6	1,6	1,0	0,6	0,3	0,9	0,1	1,6
II (0,5-1 mm)	5,3	3,5	1,7	2,2	1,0	1,1	0,9	0,8	0,5	1,0
III (0,2-0,5 mm)	12,2	13,5	8,0	6,2	3,1	2,2	2,7	2,2	1,3	1,8
IV (0,1-0,2 mm)	15,2	15,0	12,0	10,8	7,6	5,1	7,2	6,0	3,0	3,5
V (0,01-0,1 mm)	6,9	6,5	3,9	0,4	2,8	2,6	4,9	3,0	1,0	1,5
VI (20-50 $\mu$ )	8,4	10,1	11,7	10,5	9,8	15,4	11,6	9,1	6,8	4,3
VII (5 -20 $\mu$ )	11,8	14,9	20,5	22,6	25,5	9,1	9,3	8,5	12,4	7,9
VIII (2 - 5 $\mu$ )	8,5	9,6	10,2	13,4	13,9	10,1	7,9	9,8	12,1	10,2
IX (0,2 - 2 $\mu$ )	8,8	7,2	14,4	15,5	11,4	26,0	25,1	25,1	28,9	29,8
X (<0,2 $\mu$ )	14,6	18,2	17,0	16,8	23,9	27,8	30,1	34,6	33,9	3,4
pH										
H <sub>2</sub> O	5,6	5,8	5,9	6,1	6,3	4,8	4,4	4,5	4,2	4,3
KCl	5,0	5,1	5,2	5,3	5,5	4,2	4,1	4,1	4,2	4,2
Bahan organik:										
C (%)	3,76	3,45	3,52	3,38	3,44	4,14	4,18	3,96	2,45	1,81
N (%)	0,50	0,48	0,47	0,46	0,46	0,50	0,53	0,48	0,34	0,27
C/N	8	7	7	7	7	8	8	8	7	7
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Bray I (ppm)	12,5	7,9	7,0	6,6	8,2	18,0	12,7	8,2	4,5	3,7
Nilai tukar kation										
Ca (me/100 g)	4,29	4,08	6,12	6,84	8,08	1,20	0,76	0,64	0,69	1,11
Mg (me/100 g)	3,37	3,59	4,51	4,61	5,26	0,44	0,35	0,27	0,35	0,71
K (me/100 g)	0,47	0,45	0,74	0,89	1,21	2,29	1,13	1,21	1,05	0,95
Na (me/100 g)	0,00	0,08	0,13	0,13	0,11	0,08	0,02	0,04	0,04	0,14
KTK (me/100g)	18,57	20,50	26,04	27,35	29,25	19,77	18,72	20,15	18,64	18,93
Kejenuhan basa (%)	44	40	44	46	50	20	12	11	11	15
Pb total (ppm)	7,34	6,89	9,04	5,72	10,41	16,39	15,50	16,03	15,19	16,70
Cd total (ppm)	0,41	0,44	0,50	0,47	0,44	0,13	0,10	0,14	0,10	0,16
Pb tersedia (ppm)	0,13	0,20	0,21	0,20	0,44	0,74	0,61	0,92	0,90	0,58
Cd tersedia (ppm)	0,01	0,02	0,03	0,05	0,07	0,07	0,06	0,09	0,02	0,02

\*) = Sumber: diolah dari Sidik *et al.* (2001)

**C, Lampiran 3. Sifat kimia awal tanah Kandiudox Sitiung dan Eutrudox Cibugel**

Sifat kimia tanah	Kedalaman tanah (cm)									
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50
	<i>Kandiudox Sitiung-Sumbar</i>					<i>Eurudox Cibugel, Sumedang-Jabar</i>				
Tekstur 10 fraksi :										
I (1 - 2 mn)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II (0,5-1 mn)	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
III (0,2-0,5 mn)	1	1	1	1	1	3	1	2	1	1
IV (0,1-0,2mn)	2,4	2,4	2,3	2,0	2,3	5,1	3,2	4,4	3,3	2,7
V (0,05-0,1 mn)	1,1	1,0	1,0	0,7	0,9	1,7	1,2	2,0	1,7	1,5
VI (20-50 u)	4,7	0,7	0,1	0,4	0,8	4,7	5,6	3,4	4,3	5,0
VII (5 - 20 u)	0,6	2,9	1,7	1,7	0,5	7,9	8,2	7,7	7,3	6,3
VIII (2 - 5 u)	2,7	1,7	2,4	3,5	3,5	10,5	8,5	11,8	11,2	12,2
IX (0,2 - 2 u)	63	35	57	60	60	39	43	37	33	44
X (< 0,2 u)	22,6	53,7	33,3	28,9	30,4	26,3	29,1	30,8	36,9	26,2
PH :										
H <sub>2</sub> O	4,3	4,2	4,2	4,3	4,3	4,7	4,8	4,8	4,9	4,8
KCl	3,8	3,9	3,9	3,9	3,9	4,2	4,2	4,2	4,3	4,3
Bahan organik :										
C (%)	1,91	1,71	1,54	1,39	1,15	1,86	1,82	1,68	1,44	1,19
N (%)	0,17	0,17	0,17	0,14	0,13	0,18	0,18	0,17	0,15	0,12
C/N	11	10	9	10	9	10	10	10	10	10
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Baray I (ppm)	2,4	6,0	0,5	0,5	0,6	26,9	26,9	13,5	2,1	3,6
Nilai tukar kation										
Ca (me/100 g)	0,53	0,53	0,38	0,43	0,28	3,67	3,60	3,37	3,55	3,02
Mg (me/100 g)	0,09	0,07	0,05	0,05	0,04	1,06	1,26	1,30	1,30	1,17
K (me/100 g)	0,04	0,00	0,02	0,00	0,00	0,13	0,04	0,04	0,04	0,02
Na (me/100 g)	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
KTK (me/100 g)	9,25	8,47	7,86	8,79	7,55	13,3	13,26	12,94	12,21	4,21
Kejenuhan basa(%)	7	7	6	5	4	37	37	36	41	35
Al <sup>3+</sup> (me/100 g)	2,44	2,33	2,36	2,40	2,29	0,50	0,24	0,23	0,11	0,35
H <sup>+</sup> (me/100 g)	0,69	0,52	0,57	0,53	0,54	0,11	0,11	0,14	0,07	0,12
Pb total (ppm)	17,54	21,20	21,46	21,45	20,18	31,04	29,50	31,47	32,47	32,93
Cd total (ppm)	1,68	1,56	1,72	1,14	1,32	1,61	1,33	1,68	1,68	1,71
Pb tersedia (ppm)	1,76	1,77	1,79	3,57	3,67	1,83	1,85	1,91	1,91	2,91
Cd tersedia (ppm)	0,27	0,34	0,48	0,34	0,50	0,43	0,58	0,30	0,30	0,45

\*) = Sumber: diolah dari Yusrial *et al.* (2000)

### C, Lampiran 4. Jumlah ion Pb, Cd, dan K yang terbawa air perkolasi

Perlakuan	Jumlah ion yang tercuci					
	Pb		Cd		K	
	Samarang	Campaka	Samarang	Campaka	Samarang	Campaka
	mg					
Z0	0,110	0,068	0,005	0,008	6,369	76,859
Z1	0,110	0,224	0,004	0,010	8,054	74,607
Z2	0,075	0,101	0,004	0,004	9,202	55,313
Z3	0,134	0,147	0,002	0,013	6,360	62,243
Z4	0,052	0,052	0,000	0,003	2,974	41,509
Rerata	0,096	0,118	0,003	0,008	6,591	62,106

\*) = Sumber: diolah dari Sidik *et al.* (2001)

### D, Lampiran 5. Pengaruh perlakuan terhadap tinggi tanaman (6 minggu setelah tanam), terhadap berat biji pipilan

Perlakuan	Tinggi tanaman		Biji pipilan	
	Samarang	Campaka	Samarang	Campaka
	cm		g/pot	
Z0	151,67	130,00	44,15	62,75
Z1	154,17	134,00	44,65	34,75
Z2	155,67	135,33	41,83	62,28
Z3	156,17	137,27	37,78	57,85
Z4	164,00	150,33	39,53	63,40
Rerata	156,34	137,39	41,59	56,21

\*) = Sumber: diolah dari Sidik *et al.* (2001)

### E, Lampiran 6. Konsentrasi ion Pb, Cd, dan K dalam brangkasan serta biji jagung

Perlakuan	Pb		Cd		K	
	Brangkasan	Biji	Brangkasan	Biji	Brangkasan	Biji
	ppm					
S	2,9	0,6	1,3	0,2	1,7	0,3
C	7,6	0,5	3,4	0,4	1,9	0,3
Z0	4,5	0,4	2,1	0,3	1,8	0,3
Z1	4,9	0,6	2,2	0,3	1,8	0,3
Z2	4,8	0,6	2,2	0,3	1,7	0,3
Z3	4,4	0,8	2,2	0,3	1,6	0,3
Z4	7,7	0,6	4,3	0,4	1,9	0,3

\*) = Sumber: diolah dari Sidik *et al.* (2001)